

REC'D 23 MAR 2005

WIPO Europäisches PCT

Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets



78/05/050823

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04100968.9 ✓

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:

Application no.: 04100968.9 ✓

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 10.03.04 ✓

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Vorrichtung und Verfahren zur therapeutischen Embolisation

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

A61B17/12

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PL PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Vorrichtung und Verfahren zur therapeutischen Embolisation

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur therapeutischen Embolisation von Aneurysmen mit Hilfe eines Katheters.

5

Bei der therapeutischen Embolisation von Aneurysmen werden krankheitsbedingt vorhandene Hohlräume im Gefäßsystem durch die Injektion eines geeigneten Verschlussmaterials beseitigt, so dass negative Auswirkungen des Aneurysmas auf den Blutfluss unterbunden werden. Aus der Literatur sind verschiedene Varianten der therapeutischen Embolisation bekannt. So beschreibt beispielsweise die US 6 024 754 die Kombination einer zunächst in das Aneurysma eingeführten Spule mit einem anschließend eingebrachten aushärtbaren Polymer. An der Spitze des zugehörigen Katheters sind röntgendichte Marker angebracht, deren Position auf einer Röntgenaufnahme festgestellt werden kann. Des Weiteren wird in der US 6 024 754 auf die bekannte Notwendigkeit hingewiesen, während der Injektion des Verschlussmaterials in das Aneurysma darauf zu achten, dass die Katheterspitze nicht aus dem Aneurysma austritt und Verschlussmaterial in den Blutstrom abgibt oder das Blutgefäß verschließt. Wie dieses Ziel erreicht werden soll, wird jedoch nicht näher beschrieben.

20 Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel zur sicheren Durchführung einer therapeutischen Embolisation mit einem Katheter bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient der therapeutischen Embolisation von Aneurysmen und enthält die folgenden Komponenten:

30

- Einen Katheter zur Injektion eines Füllmaterials in ein Aneurysma.
 - Eine Lokalisierungseinrichtung und mindestens einen zugehörigen aktiven Lokalisator, der am Katheter (vorzugsweise an dessen Spitze) angebracht ist und dessen räumliche Position und/oder Orientierung mit Hilfe der Lokalisierungseinrichtung bestimmt werden kann. Unter einem "aktiven Lokalisator" ist dabei eine Einrichtung zu verstehen, deren räumliche Position/Orientierung nicht nur passiv, das heißt mit bildgebenden Verfahren (wie etwa bei der Röntgenabbildung eines röntgendichten Markers) bestimmt werden kann, sondern zusätzlich oder alternativ auch auf andere Weise. Typischerweise senden oder empfangen aktive Lokalisatoren geeignete Signale, die der Positionsbestimmung dienen.
 - Eine Pumpvorrichtung zur steuerbaren Zufuhr von Füllmaterial zum Katheter.
 - Eine mit der Lokalisierungseinrichtung und der Pumpvorrichtung verbundene Kontrolleinheit, zum Beispiel einen Mikrocomputer mit entsprechender Software, wobei die Kontrolleinheit dazu eingerichtet ist, während der Injektion von Verschlussmaterial in ein Aneurysma das Heraustreten des Katheters aus dem Aneurysma zu detektieren und daraufhin die Zufuhr von Verschlussmaterial zum Katheter sofort zu unterbrechen. Die Detektion des Heraustretens des Katheters aus dem Aneurysma ist der Kontrolleinheit dabei durch ihre Verbindung mit der Lokalisierungseinrichtung möglich, die ständig die Position bzw. Orientierung des aktiven Lokalisators am Katheter misst. Das Unterbrechen der Zufuhr von Verschlussmaterial wird durch eine entsprechende Ansteuerung der Pumpvorrichtung erreicht. Die Kontrolleinheit, die Lokalisierungseinrichtung und die Pumpvorrichtung können separate physikalische Einheiten sein, sie können jedoch auch ganz oder teilweise in einem einzigen Gerät, zum Beispiel einem Mikrocomputer, realisiert sein.
-
- 30 Die beschriebene Vorrichtung hat den Vorteil, dass sie eine besonders sichere Embolisation von Aneurysmen ermöglicht. Dies wird dadurch erreicht, dass die Katheterspitze beobachtet und ihr eventuelles Heraustreten aus dem Aneurysma detektiert wird, und dass

- daraufhin automatisch die Zufuhr von Verschlussmaterial unterbrochen wird. Es kann daher kein oder allenfalls eine minimale Menge an Verschlussmaterial in den Blutstrom abgegeben werden. Die Vorrichtung gewährleistet somit Sicherheit auch in dem Fall, dass trotz aller aufgewendeten Sorgfalt die Katheterspitze einmal aus dem Aneurysma
- 5 herausgleitet. Da ein aktiver Lokalisator verwendet wird, kann die Überwachung des Katheters dabei ohne ständige röntgenfluoroskopische Beobachtung erfolgen, was eine entsprechende Reduzierung der Strahlenbelastung für den Patienten und das Personal beinhaltet. Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung besteht darin, dass der vorhandene Lokalisator an der Katheterspitze auch für weitere Aufgaben eingesetzt werden kann,
- 10 beispielsweise für die lokale Verbesserung der Abbildung einer interessierenden Region durch zeitliche Aufintegration von Bildinformationen sowie für die Navigation des Katheters im Gefäßsystem eines Patienten.

- Gemäß einer Weiterbildung der Vorrichtung enthält die Kontrolleinheit einen Speicher
- 15 mit einer darin gespeicherten Gefäßkarte sowie Mittel, um die gemessene Position des Lokalisators mit dieser Gefäßkarte zu registrieren. Zwei- oder dreidimensionale Gefäßkarten geben den Verlauf der Gefäße eines Patienten wieder und werden häufig vor oder zu Beginn einer Intervention durch eine Röntgenangiographie erzeugt, um die anschließende Navigation im Gefäßsystem ohne ständige Röntgen- und
- 20 Kontrastmittelbelastung durchführen zu können. Während der Intervention wird dabei die Position des Katheters mit anderen Mitteln wie beispielsweise dem aktiven Lokalisator gemessen und mit der Gefäßkarte registriert, d.h. dem geometrisch und/oder anatomisch korrespondierenden Punkt der Gefäßkarte zugeordnet. Da die Gefäßkarte insbesondere die Lage des Aneurysmas enthält, kann kontrolliert werden, ob sich der Katheter zu Beginn der
- 25 Embolisation am gewünschten Ort relativ zum Gefäßverlauf - d.h. im Aneurysma - befindet.

- Die Vorrichtung kann ferner optional eine bildgebende Einrichtung wie insbesondere ein Röntgengerät umfassen. Hiermit ist es möglich, bei Bedarf aktuelle Abbildungen zu
- 30 erzeugen und so die Position des Katheters relativ zum Gefäßverlauf zu kontrollieren. Insbesondere kann auf diese Weise die korrekte Positionierung des Katheters zu Beginn der Embolisation überprüft werden. Weiterhin kann der Katheter vorzugsweise einen Marker

tragen, der sich auf den Aufnahmen der bildgebenden Einrichtung gut abzeichnet, beispielsweise durch eine röntgendichte Ausgestaltung des aktiven Lokalisators. Schließlich kann die Vorrichtung auch ein Gerät zur Injektion eines Kontrastmittels umfassen, damit auf der Aufnahme eine hervorgehobene Darstellung des Gefäßverlaufes erzeugt werden
5 kann.

Als Lokalisierungseinrichtung kommen im Prinzip alle hierfür bekannten Systeme in Frage. Insbesondere kann die Lokalisierungseinrichtung die Position und/oder Orientierung des zugehörigen Lokalisators mit einem mechanischen, elektromagnetischen, optischen
10 und/oder akustischen Verfahrens bestimmen.

Bei einem mechanischen Verfahren wird dabei eine Positionsänderung des Lokalisators über eine mechanische Verbindung hierzu – z.B. über den Katheter – registriert. Ein anderes mechanisches Verfahren beruht auf der Massenträgheit, das heißt der Beobachtung
15 von Beschleunigungen, welche der Lokalisator erfährt. Durch Integration dieser Beschleunigung kann auf die aktuelle Position des Lokalisators rückgeschlossen werden.

Bei einer elektromagnetischen Lokalisierung werden räumlich und/oder zeitlich inhomogene elektromagnetische Felder verwendet. Vorzugsweise kann dabei der
20 Lokalisator ein Magnetfeldsensor sein und die Lokalisierungseinrichtung einen Feldgenerator zur Erzeugung eines inhomogenen Magnetfeldes enthalten, wobei der Magnetfeldsensor die Größe und Richtung des erzeugten Feldes misst und hieraus einen Rückschluss auf seine Position relativ zum Feldgenerator ermöglicht. Ebenso kann jedoch auch der Lokalisator die Quelle eines (elektro-)magnetischen Feldes sein, welches von
25 mindestens einem externen Sensor gemessen wird. Des Weiteren können elektromagnetische Lokalisierungseinrichtungen auch die Größe und Richtung des Erdmagnetfeldes messen, um hieraus Rückschlüsse auf die Position zu ermöglichen.

Bei optischen Verfahren wird beispielsweise eine Lichtquelle von verschiedenen Orten aus
30 beobachtet, so dass mit stereoskopischen Verfahren auf die Position der Lichtquelle rückgeschlossen werden kann. Im vorliegenden Falle wäre dabei insbesondere das Nahe

Infrarot (NIR) als Lichtsignal geeignet, da es in gewissem Maße Körpergewebe durchdringen kann.

Akustische Verfahren beruhen schließlich auf dem Aussenden von Schallwellen,
5 insbesondere von Ultraschall. So kann beispielsweise der aktive Lokalisator eine
Ultraschallquelle sein, deren Signale an mindestens drei Raumpunkten gemessen werden,
wobei Laufzeitunterschiede einen Rückschluss auf die Position des Lokalisators erlauben.
Umgekehrt kann jedoch auch der Lokalisator ein Empfänger sein, welcher die Laufzeiten
von Schallsignalen von mindestens drei räumlich verteilten Quellen misst und hieraus auf
10 seine eigene Position rückschließt.

Das Verschlussmaterial, welches mit der Vorrichtung in ein Aneurysma injiziert wird, kann
insbesondere ein anfänglich flüssiges, aushärtbares Polymermaterial, Kunststoffkugeln, eine
Kunststoffspirale, ein Hydrogel und/oder einen Fibrinschwamm enthalten. Zahlreiche
15 geeignete Materialien sind auch in der US 6 024 754 beschrieben, welche durch
Bezugnahme vollständig in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Kontrolle der Zufuhr eines Verschluss-
materials zu einem Katheter während der therapeutischen Embolisation eines Aneurysmas,
20 welches die folgenden Schritte enthält:

- a) Die Bestimmung der Position und/oder Orientierung des Katheters über einen
daran angebrachten aktiven Lokalisator.
- 25 b) Die automatische Unterbrechung der Zufuhr des Verschlussmaterials zum
Katheter, falls das Heraustreten des Katheters aus dem Aneurysma aufgrund der
gemäß Schritt a) ermittelten Messdaten detektiert wird.

Das Verfahren implementiert in allgemeiner Form die mit einer Vorrichtung der oben
30 beschriebenen Art ausführbaren Schritte. Hinsichtlich der Einzelheiten, Vorteile und
Weiterbildungen des Verfahrens wird daher auf die obige Beschreibung verwiesen.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens wird die Position des Lokalisators mit einer vorab angefertigten Gefäßkarte registriert, um so zu kontrollieren, ob sich der Katheter zu Beginn der Embolisation korrekt im Aneurysma befindet.

- 5 Ferner können der Katheter und das Aneurysma optional zu Beginn der Embolisation gemeinsam abgebildet werden, beispielsweise durch eine Röntgenaufnahme (Rotationsangiographie oder Computertomographie) unter Kontrastmittelgabe. Auf der Aufnahme kann dann die korrekte Positionierung des Katheters zu Beginn der Embolisation überprüft werden.

10

Gemäß einer anderen Weiterbildung des Verfahrens wird die Navigation des Katheters außerhalb des Aneurysmas durch die Bestimmung der Position und/oder Orientierung des aktiven Lokalisators unterstützt. Auf diese Weise kann der einmal vorhandene Lokalisator zusätzlich für weitere Funktionen ausgenutzt werden, und dabei zum Beispiel dazu

- 15 beitragen, die Röntgenbelastung für den Patienten zu reduzieren. Ein geeignetes Verfahren zur Navigation mit Hilfe von aktiven Lokalisatoren wird beispielsweise in der US 5 042 486 beschrieben, welche durch Bezugnahme vollständig in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

- 20 Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung während der therapeutischen Embolisation eines Aneurysmas;

25

Fig. 2 den Aufbau gemäß Figur 1 bei einer Komplikation.

Entsprechend der schematischen Darstellung von Figur 1 wird bei der therapeutischen Embolisation eines Aneurysmas 1 in der Wand eines Gefäßes 4 ein Katheter 5 in das

- 30 Aneurysma eingeführt. Über den Katheter 5 kann dann ein geeignetes Verschlussmaterial 2 wie beispielsweise ein aushärtbares Polymer in das Aneurysma 1 injiziert werden, um dieses zu verschließen und seine negativen Auswirkungen auf den Blutfluss zu beenden. Die

Zufuhr des Verschlussmaterials 2 zum Katheter 5 erfolgt mittels einer steuerbaren Pumpvorrichtung 6.

5 Während der Injektion des Verschlussmaterials 2 tritt das Problem auf, dass der Katheter 5 dazu neigt, sich zu strecken und daher aus dem Aneurysma 1 auszutreten. Falls dies geschieht, wird Verschlussmaterial 2 in den Blutstrom injiziert, was die Gefahr eines Gefäßverschlusses, einer Gefäßverletzung oder von lebensbedrohlichen Embolien (Schlaganfall) mit sich bringt. Bei der Durchführung einer Embolisation wird daher mit größter Sorgfalt darauf geachtet, dass der Katheter 5 im Aneurysma 1 verbleibt.

10

Mit der in der Figur gezeigten Vorrichtung wird in diesem Zusammenhang ein Mittel bereitgestellt, das die Kontrolle der Katheterspitze während der Injektion von Verschlussmaterial erleichtert und eine Sicherung auch für den Fall eines trotz aller Sorgfalt erfolgten Heraustretens des Katheters aus dem Aneurysma 1 bietet. Zu diesem Zweck weist 15 die Vorrichtung einen aktiven Lokalisator 3 an der Katheterspitze auf, welcher mit einer außerhalb des Körpers angeordneten Lokalisierungseinrichtung zusammenwirkt. Im dargestellten Beispiel ist der aktive Lokalisator 3 ein Sensor für ein magnetisches Feld, wobei das Feld außerhalb des Körpers von einem Feldgenerator 9 erzeugt wird, der an einem bekannten Raumpunkt angebracht ist. Der Feldgenerator 9 sowie der aktive 20 Lokalisator 3 sind mit einer Steuereinheit 8 verbunden, welche aufgrund der vom Lokalisator 3 gemessenen Magnetfeldstärke und -richtung in der Lage ist, die aktuelle räumliche Position (Koordinaten) des aktiven Lokalisators 3 zu bestimmen.

Des Weiteren enthält die Vorrichtung eine Kontrolleinheit 7, bei der es sich zum Beispiel 25 um einen Mikrocomputer handeln kann und die mit der Steuereinheit 8 sowie der Pumpvorrichtung 6 verbunden ist. Anders als dargestellt können Teile der Vorrichtung wie etwa die Kontrolleinheit 7 und die Steuereinheit 8 auch durch dieselbe Hardware (aber unterschiedliche Software) implementiert werden.

30 Die Navigation des Katheters 5 im Gefäßsystem und seine Positionierung im Aneurysma 1 erfolgt typischerweise durch eine Registrierung der gemessenen Positionen des Lokalisators 3 mit einer vorab röntgenangiographisch erzeugten zwei- oder

dreidimensionalen Gefäßkarte. Des Weiteren kann auch direkt vor Beginn der Füllung das Aneurysma 1 unter Kontrastmittelgabe zusammen mit dem Katheter 5 abgebildet und die Position von beiden mit Mitteln der Bildverarbeitung miteinander in Beziehung gesetzt (registriert) werden. Der Katheter enthält in diesem Falle vorzugsweise einen
5 röntgendichten Marker. Die bildgebende Einrichtung, beispielsweise ein Röntgengerät, ist in den Figuren nicht dargestellt.

Die Kontrolleinheit 7 empfängt von der Steuereinheit 8 die Information über die aktuelle Position und/oder Orientierung des Lokalisators 3. Durch den Vergleich dieser
10 Position/Orientierung mit der aus dem Beginn des Füllvorganges bekannten Position des Aneurysmas 1 bzw. der gewünschten Orientierung der Katheterspitze kann die Kontrolleinheit 7 dann detektieren, ob der Katheter 5 aus dem Aneurysma 1 heraustritt. Wenn dieser Fall eintritt, steuert die Kontrolleinheit 7 die Pumpvorrichtung 6
unverzüglich so an, dass diese die weitere Zufuhr von Verschlussmaterial zum Katheter 5
15 unterbricht (Figur 2). Auf diese Weise wird sicher verhindert, dass Verschlussmaterial in wesentlichen Mengen in den Blutstrom gelangt. Optional kann die Pumpvorrichtung 6 auch dazu eingerichtet sein bzw. angesteuert werden, ein kurzes Zurücksaugen auszuführen, so dass bereits ausgetretenes oder an der Katheterspitze befindliches Verschlussmaterial zurückgezogen wird (kleiner Pfeil in Figur 2).

20

Der bei der beschriebenen Vorrichtung vorhandene aktive Lokalisator 3 kann zweckmäßigerweise auch für weitere Aufgaben eingesetzt werden. Beispielsweise kann mit seiner Hilfe eine verstärkte Abbildung des Aneurysmas stattfinden oder die automatische Bestimmung einer interessierenden Bildregion. Ferner ist es möglich, den Lokalisator 3 bei
25 der Navigation des Katheters im Gefäßsystem und seiner Darstellung auf einer Gefäßkarte zu verwenden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur therapeutischen Embolisation von Aneurysmen (1), enthaltend:
- einen Katheter (5) zur Injektion eines Füllmaterials (2) in ein Aneurysma (1);
 - eine Lokalisierungseinrichtung (8, 9) und mindestens einen am Katheter (5) angebrachten aktiven Lokalisator (3), dessen räumliche Position und/oder
 - 5 Orientierung mit der Lokalisierungseinrichtung bestimmt werden kann;
 - eine Pumpvorrichtung (6) zur steuerbaren Zufuhr von Füllmaterial (2) zum Katheter (5);
 - eine mit der Lokalisierungseinrichtung (8) und der Pumpvorrichtung (6) verbundene Kontrolleinheit (7), welche dazu eingerichtet ist, während der Injektion
 - 10 von Verschlussmaterial (2) in ein Aneurysma (1) das Heraustreten des Katheters aus dem Aneurysma zu detektieren und daraufhin die Zufuhr von Verschlussmaterial zu unterbrechen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinheit (7) einen Speicher mit einer darin gespeicherten Gefäßkarte enthält, und dass sie dazu eingerichtet ist, die gemessene Position des Lokalisators (3) mit der Gefäßkarte zu registrieren.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

- 20 dadurch gekennzeichnet, dass sie eine bildgebende Einrichtung wie insbesondere ein Röntgengerät umfasst.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,

wobei die Lokalisierungseinrichtung (8, 9) dazu eingerichtet ist, die Position und/oder Orientierung des aktiven Lokalisators (3) mit einem mechanischen, elektromagnetischen, optischen und/oder akustischen Verfahren zu bestimmen.

5

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Lokalisator ein Magnetfeldsensor (3) ist und die Lokalisierungseinrichtung einen Feldgenerator (9) zur Erzeugung eines räumlich und/oder zeitlich inhomogenen elektromagnetischen Feldes enthält.

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmaterial (2) ein aushärtbares Polymermaterial, Kunststoffkugeln, eine Kunststoffspirale, ein Hydrogel und/oder einen Fibrinschwamm enthält.

15

7. Verfahren zur Kontrolle der Zufuhr eines Verschlussmaterials (2) zu einem Katheter (5) während der therapeutischen Embolisation eines Aneurysmas (1), umfassend die Schritte:

a) Bestimmung der Position und/oder Orientierung des Katheters über einen daran angebrachten aktiven Lokalisator (3);

20 b) automatische Unterbrechung der Zufuhr des Verschlussmittels (2) zum Katheter (5), falls das Heraustreten des Katheters aus dem Aneurysma (1) detektiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

25 dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Lokalisators (3) mit einer vorab erzeugten Gefäßkarte registriert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Katheter (5) und das Aneurysma (1) zu Beginn der
Embolisation gemeinsam abgebildet werden, vorzugsweise durch Röntgen unter
Kontrastmittelgabe.

5

10. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Navigation des Katheters (5) im Gefäßsystem außerhalb
des Aneurysmas (1) durch die Bestimmung der Position des aktiven Lokalisators (3)
unterstützt wird.

10

ZUSAMMENFASSUNG

Vorrichtung und Verfahren zur therapeutischen Embolisation

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur therapeutischen Embolisation eines Aneurysmas (1). Dabei wird über einen in das Aneurysma (1) eingeführten Katheter (5) ein Verschlussmaterial (2) injiziert. Während der Injektion wird die räumliche Position eines an der Spitze des Katheters (5) angebrachten aktiven Lokalisators (3) wie beispielsweise eines Magnetfeldsensors von einer Lokalisierungseinrichtung (8, 9) beobachtet. Falls das Heraustreten der Katheterspitze aus dem Aneurysma (1) von einer Kontrolleinheit (7) detektiert wird, veranlasst diese die Unterbrechung der weiteren Zufuhr von Verschlussmaterial zum Katheter (5).

(Figur 1)

PCT/IB2005/050823

